

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-250203

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 2000-063006

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 08.03.2000

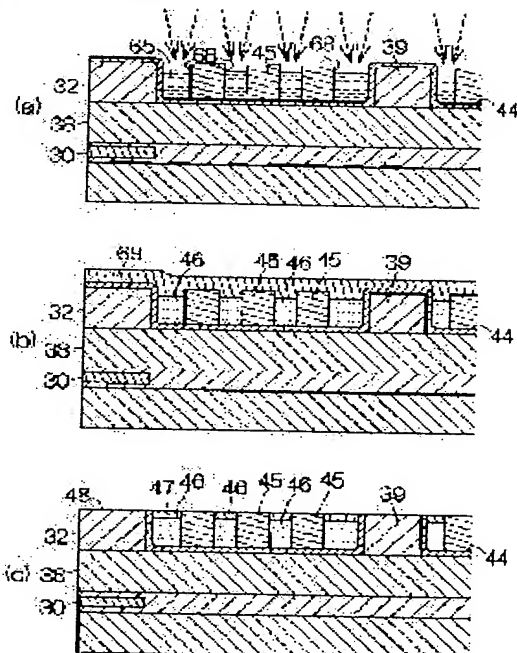
(72)Inventor : HASEGAWA MINORU  
 OTSUKA YOSHINORI  
 UEHARA YUJI  
 SEKIKAWA TAKESHI  
 MAETA HIROSHI  
 KAKEHI MASAHIRO  
 TAGAWA IKUYA  
 KUTSUZAWA TOMOKO  
 NISHIDA SHUJI

## (54) METHOD FOR MANUFACTURING THIN FILM MAGNETIC HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a thin film magnetic head capable of enveloping each winding of a coil with an insulating layer leaving no gap and surely forming a flat surface on the insulating layer.

**SOLUTION:** Resist liquid 65 is injected into gaps between the windings of the coil 45 wound around a magnetic piece 39. When the resist liquid 65 is cured, an insulating resin cured layer 46 is fixed between the wound wires. The insulating resin cured layer 46 and the windings of the coil 45 are coated with an insulating metal film 69. Then, the surface of the insulating metal film 69 is subjected to polishing treatment for flattening until the windings of the coil 45 are exposed. The gaps between the windings can be surely filled with the insulating layer, since the resist liquid having high fluidity can be penetrated into every corner. It can be avoided that the insulating resin cured layer 46 which is comparatively brittle is exposed to the polishing treatment for flattening.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by providing the following. The process which forms a magnetic piece. The process which forms the winding of the coil which goes the circumference of a magnetic piece around on datum level. The process which pours resist liquid into the crevice between winding at least. The process which is made to harden resist liquid and forms an insulating resin hardening layer among winding at least, the process which covers an insulating resin hardening layer and winding with an insulating metal membrane, and the process which performs flattening polish processing to the front face of an insulating metal membrane until winding is partially exposed at least.

[Claim 2] The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by having further the process which covers the aforementioned winding with the aforementioned resist liquid completely, the process to which semi-hardening of the aforementioned resist liquid is carried out, and the process which performs reactant etching processing to the resist liquid which carried out semi-hardening until the slot was formed among winding in pouring in the aforementioned resist liquid in the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 1.

[Claim 3] The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by mixing the reaction agent discolored in response to the aforementioned winding with the slurry for polish which spreads on the front face of the surface plate for polish in the aforementioned flattening polish processing in the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 2.

[Claim 4] The thin film magnetic head characterized by having a magnetic piece, the coil which goes the circumference of a magnetic piece around along with datum level, the insulating resin hardening layer which fills the crevice between the winding of a coil, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer between datum level, and faces a flat side on a front face.

[Claim 5] The thin film magnetic head characterized by having the insulating resin hardening layer which fills a crevice between the coil which goes around along with datum level with the nose-of-cam pole piece which faces a medium opposite side, and faces each other on a periphery at a nose-of-cam pole piece, and a nose-of-cam pole piece and a coil, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer between datum level, and faces a flat side on a front face.

[Claim 6] The thin film magnetic head characterized by having the insulating resin hardening layer which fills a crevice between the inner circumference of a magnetic piece, the coil which goes the circumference of a magnetic piece around along with datum level, and a magnetic piece and a coil, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer between datum level, and faces a flat side on a front face.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the manufacture method of the thin film magnetic head especially equipped with a magnetic piece and the coil which goes around around this magnetic piece about the manufacture method of the thin film magnetic head used for a magnetic-disk driving gear or a magnetic-recording medium driving gear called a magnetic tape transport.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, in the thin film magnetic head, flattening of the front face of an insulating layer where a coil is embedded is wanted to be carried out. In this way, if flattening is carried out, the upper coil and an up magnetic pole layer can be formed with a sufficient precision by the detailed pattern (configuration) on the surface of an insulating layer. Detailed-ization of such a pattern contributes to narrow-ization of a recording track etc.

[0003] Generally a metallic oxide called aluminum  $2O_3$  (alumina) is used for an insulating layer in realizing such flattening. A metallic oxide is formed by technique, such as sputtering and vacuum evaporatio.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] For example, in the field of a magnetic-disk driving gear, much more improvement in the speed of drawing speed is required. For example, if the interval of the winding of a coil is narrowed, improvement in the speed of drawing speed is realizable. In this way, if the interval of winding is narrowed, the crevice between winding cannot be completely fill uped with technique, such as sputtering or vacuum evaporatio. If an opening exists among winding, it will originate in corrosion (oxidization) and the electric resistance value of winding will increase. Increase of the result, for example, supply voltage, and increase of calorific value will be caused.

[0005] this invention aims at offering the manufacture method of the thin film magnetic head which can form a flat side certainly on an insulating layer at the same time it was made in view of the above-mentioned actual condition and wraps the winding of a coil in an insulating layer without a crevice.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, according to this invention, the process which forms a magnetic piece, and on datum level The process which forms the winding of the coil which goes the circumference of a magnetic piece around, and the process which pours resist liquid into the crevice between winding at least, The process which is made to harden resist liquid and forms an insulating resin hardening layer among winding at least, The manufacture method of the thin film magnetic head characterized by having the process which covers an insulating resin hardening layer and winding with an insulating metal membrane, and the process which performs flattening polish processing to the front face of an insulating metal membrane until winding is partially exposed at least is offered.

[0007] According to the manufacture method of this thin film magnetic head, fluid high resist liquid is used in forming an insulating layer in the crevice between winding. Since resist liquid can spread even round all the corners of the crevice between winding, the crevice between winding can be certainly filled with an insulating layer. Therefore, promotion of the corrosion resulting from survival of an opening, i.e., oxidization, is

avoidable. The fluid of the resin liquid hardened in response to heat or a beam of light called ultraviolet rays and others should just be used for resist liquid.

[0008] And by this manufacture method, after the laminating of the insulating metal membrane is carried out to an insulating resin hardening layer, flattening polish processing is carried out. Therefore, it is avoidable that an insulating resin hardening layer weak in comparison is <sup>\*\*</sup>(ed) by flattening polish processing as much as possible. If flattening polish processing is performed to an insulating resin hardening layer, the front face of an insulating resin hardening layer will be rough with work of an abrasive material on the contrary. In this way, a flat side can be certainly formed in the front face of an insulating metal membrane. In this way, in respect of [ which was formed ] flat, an upper coil and an upper up magnetic pole layer can be formed with a sufficient precision by the detailed pattern. In case detailed-ization of such a pattern narrows the interval of the winding of a coil or raises recording track density, it can greatly be useful. A metallic oxide should just be used for formation of an insulating metal membrane.

[0009] The manufacture method of the thin film magnetic head is wanted to be further equipped with the process which covers winding with resist liquid completely, the process to which semi-hardening of the resist liquid is carried out, and the process which performs reactant etching processing to the resist liquid which carried out semi-hardening until a slot is formed among winding in pouring in resist liquid. If the above-mentioned insulating metal membrane was formed in the formed slot, when winding will be exposed during flattening polish processing, among winding, an insulating metal membrane is surely exposed. Exposure of an insulating resin hardening layer is avoidable. Therefore, polish of an insulating resin hardening layer can be prevented certainly. A surface rough deposit is avoided.

[0010] It is desirable to mix the reaction agent discolored in response to winding with the slurry for polish which spreads on the front face of the surface plate for polish in flattening polish processing. Generally, in flattening polish processing, the front face of a wafer is forced to the front face of the rotating surface plate for polish. According to such flattening polish processing, the front face of a wafer can be ground by work by the slurry for polish which spreads on the front face of the surface plate for polish. If the reaction agent is mixed into the slurry for polish at this time, based on discoloration of a polish slurry, an operator can check exposure of winding. An operator can end flattening polish processing certainly, when winding is exposed. It can be avoided that an insulating metal membrane is shaved off too much, and exposure of an insulating resin hardening layer can be certainly prevented at the time of flattening polish processing.

[0011] In addition, an insulating resin hardening layer and an insulating layer called an insulating metal membrane may be formed in the crevice between the nose-of-cam pole piece which faces a medium opposite side besides the crevice between the winding of the above coils, and the periphery of a coil, and the crevice between the inner circumference of a coil, and a magnetic piece.

[0012] According to the manufacture method of the above thin film magnetic heads, the thin film magnetic head characterized by having the insulating resin hardening layer which fills the crevice between the winding of a magnetic piece, the coil which goes the circumference of a magnetic piece around along with datum level, and a coil, for example, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer between datum level, and faces a flat side on a front face can be offered. In addition, the thin film magnetic head can be around gone along with datum level with the nose-of-cam pole piece which faces a medium opposite side, and can be equipped with the insulating resin hardening layer which fills a crevice between the coil which faces each other on a periphery at a nose-of-cam pole piece, and a nose-of-cam pole piece and a coil, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer

between datum level, and faces a flat side on a front face. Moreover, the thin film magnetic head can be equipped with the insulating resin hardening layer which fills a crevice between the inner circumference of a magnetic piece, the coil which goes the circumference of a magnetic piece around along with datum level, and a magnetic piece and a coil, and the insulating metal layer which puts an insulating resin hardening layer between datum level, and faces a flat side on a front face.

[0013]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

[0014] Drawing 1 shows hard disk drive (HDD) 10 roughly as one example of a magnetic-recording medium driving gear. This HDD10 is equipped with the enclosure 11 of the enclosed type which divides the building envelope of a flat rectangular parallelepiped. The magnetic disk 13 as a magnetic-recording medium with which a spindle motor 12 is equipped, and the surfacing head slider 14 which counters a magnetic disk 13 are held in the enclosure 11. A spindle motor 12 drives a magnetic disk 13 by the circumference of the axis of rotation.

[0015] The surfacing head slider 14 fixes at the nose of cam of the carriage arm 16 which can be rocked by the circumference of a pivot 15. In the writing and read-out of information to a magnetic disk 13, with the actuator 17 which consists of magnetic circuits, a rocking drive is carried out, consequently the surfacing head slider 14 moves the carriage arm 16 to radial [ of a magnetic disk 13 ]. The surfacing head slider 14 is positioned by this movement at the recording track of the request on a magnetic disk 13. Opening of the enclosure 11 is closed by covering (not shown) which forms the hold space sealed between enclosure 11.

[0016] Drawing 2 shows one example of the surfacing head slider 14. It is joined to the air defluxion edge of the main part 21 of a slider made from aluminum<sub>2</sub> O<sub>3</sub>-TiC (Al Chick), and this main part 21 of a slider, and this surfacing head slider 14 is equipped with the film 23 with a built-in head element made from aluminum<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (alumina) which contains the head element 22, i.e., a read-out write-in head. It spreads on the main part 21 of a slider, and the film 23 with a built-in head element, the medium opposite side 24, i.e., the surfacing side, which counters a magnetic disk 13. The rail 25 of two lines in which ABS (air bearing surface) is specified in respect of a summit is formed in the surfacing side 24. The surfacing head slider 14 can surface from the front face of a magnetic disk 13 during rotation of a magnetic disk 13 using the airstream 26 received in the surfacing side 24 (especially ABS).

[0017] Drawing 3 shows the enlarged view of the surfacing side 24. As shown in drawing 3, the read-out write-in head 22 is equipped with the thin film magnetic head 29 on which a magnetic field is made to act towards a magnetic disk 13 using the write-in gap 28 which faces the surfacing side 24, and the magnetoresistance-effect (MR) element 30 which reads the magnetization direction of magnetic-disk 13 front face as everyone knows using the principle of the magnetoresistance effect. Things, such as for example, a huge magnetoresistance-effect (GMR) element and a tunnel magnetoresistance-effect (TMR) element, can be contained in the MR element 30 as everyone knows.

[0018] The write-in gap 28 is divided by the lower nose-of-cam pole piece, one pair of magnetic pieces 31, i.e., the up nose-of-cam pole piece, exposed to the surfacing side 24, 32. The narrow salient 33 which faces the narrow up nose-of-cam pole piece 31 is formed in the lower nose-of-cam pole piece 32. Between this narrow salient 33 and the up nose-of-cam pole piece 31, a non-magnetic layer 34, i.e., a gap layer, is put. According to this gap layer 34, the magnetic flux which goes to the narrow salient 33 can leak from the surfacing side 24, and can come from the up nose-of-cam pole piece

31. In this way, it leaks and a record magnetic field is formed of the magnetic flux which comes out. These gap layer 34, the upper part, and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32 are buried by the insulating layer 35.

[0019] The upper part and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32 are put between the up magnetic pole layer 37 which faces the surfacing side 24 by the front end, and spreads in a cross direction, and the lower magnetic pole layer 38 which faces the surfacing side 24 by the front end similarly, and spreads in a cross direction so that clearly, when drawing 4 is referred to collectively. Between the up magnetic pole layer 37 and the lower magnetic pole layer 38, it is isolated from the upper part and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32 behind the upper part and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32, and the magnetic piece 39, i.e., a back gap, is arranged. This back gap 39 penetrates the gap layer 34, and connects the upper part and the lower magnetic pole layers 37 and 38 mutually. The front end of the up magnetic pole layer 37 is connected to the up nose-of-cam pole piece 31. Simultaneously, the front end of the lower magnetic pole layer 38 is connected to the lower nose-of-cam pole piece 32.

[0020] Between the upper part and the lower magnetic pole layers 37 and 38, the upper coil layer 40 and the lower layer coil layer 41 which were mutually divided with the gap layer 34 are formed. Between the upper coil layer 40 and the up magnetic pole layer 37, the insulating layer 42 which spreads by almost uniform thickness is formed. Similarly, between the lower layer coil layer 41 and the lower magnetic pole layer 38, the insulating layer 43 which spreads by almost uniform thickness is formed. That is, the laminating of an insulating layer 43, the lower layer coil layer 41, the gap layer 34, the upper coil layer 40, an insulating layer 42, and the up magnetic pole layer 37 is carried out to the front face of the lower magnetic pole layer 38 one by one.

[0021] The lower layer coil layer 41 is equipped with the coil 45 which goes the circumference of the back gap 39 around along with the datum level 44 specified on the front face of an insulating layer 43 so that clearly, when drawing 5 is referred to collectively. The winding of a coil 45 keeps away from the back gap 39 gradually, drawing an eddy. The crevice between winding is filled with the insulating resin hardening layer 46 so that clearly from drawing 4. Similarly, it is buried by the insulating resin hardening layer 46 between the lower nose-of-cam pole piece 32 and the periphery of a coil 45, and between the inner circumference of a coil 45, and the back gap 39. The laminating of the insulating metal layer 47, i.e., the metallic-oxide film, is carried out to these insulating resin hardening layers 46. The metallic-oxide film 47 puts the insulating resin hardening layer 46 between datum level 44. The common 1st flatness side 48 is faced the front face of winding, and the front face of the metallic-oxide film 47.

[0022] As shown in drawing 4 and drawing 6, the upper coil layer 40 is equipped with the coil 50 which goes the circumference of the back gap 39 around along with the datum level 49 specified on the front face of the gap layer 34. The winding of a coil 50 keeps away from the back gap 39 gradually like the above-mentioned, drawing an eddy. The crevice between winding is filled with the insulating resin hardening layer 51 so that clearly from drawing 4. It is similarly buried by the insulating resin hardening layer 51 between an up nose-of-cam pole piece and the periphery of a coil, and between the inner circumference of a coil, and the back gap 39. The laminating of the insulating metal layer 52, i.e., the metallic-oxide film, is carried out to these insulating resin hardening layers 51. The metallic-oxide film 52 puts the insulating resin hardening layer 51 between datum level 49. The common 2nd flatness side 53 is faced the front face of winding, and the front face of the metallic-oxide film 52.

[0023] In the above thin film magnetic heads 29, if current is supplied to coils 45 and 50, a magnetic field will occur with coils 45 and 50. The magnetic-flux style based on a

magnetic field circulates through the up magnetic pole layer 37, the up nose-of-cam pole piece 31, the lower nose-of-cam pole piece 32, and the lower magnetic pole layer 38 focusing on the back gap 39. The above-mentioned record magnetic field is generated by this magnetic-flux style.

[0024] Next, the manufacture method of the thin film magnetic head 29 is explained briefly. First, known technique is used and it is aluminum 2O3. The MR element 30 is formed in the front face of the wafer made from aluminum 2 O3-TiC with which the layer was formed. As shown in drawing 7 (a), the MR element 30 is aluminum 2O3 in the front face of the shield layer 61 of FeN or NiFe. It is embedded in a layer 62. This aluminum 2O3 The laminating of the lower magnetic pole layer 38 is carried out to the front face of a layer 62. The lower magnetic pole layer 38 should just consist of NiFe(s). This lower magnetic pole layer 38 functions as a shield layer which puts the MR element 30 between the shield layers 61.

[0025] Then, as shown in drawing 7 (b), the bottom half object of the lower nose-of-cam pole piece 32 and the back gap 39 is formed in the front face of the lower magnetic pole layer 38. For example, the electrolysis galvanizing method should just be used for formation of the bottom half object of these lower nose-of-cam pole piece 32 or the back gap 39. The appearance of the lower nose-of-cam pole piece 32 or the back gap 39 should just be prescribed as everyone knows by the pattern (configuration) pictured with a photoresist (not shown).

[0026] Then, it is SiO2 as shown in the front face of the lower magnetic pole layer 38 at drawing 8 (a). aluminum 2O3 An insulating layer 43 is formed. Sputtering and vacuum evaporation should just be used for formation of an insulating layer 43. The bottom half object of the lower nose-of-cam pole piece 32 and the back gap 39 is covered by the insulator layer which follows an insulating layer 43.

[0027] Then, the lower layer coil layer 41 is formed in the front face of an insulating layer 43. In formation of the lower layer coil layer 41, first, as shown in drawing 8 (b), the winding of the coil 45 which goes the circumference of the bottom half object of the back gap 39 around, the front face 44, i.e., the datum level, of an insulating layer 43, is formed. Sputtering and the electrolysis galvanizing method should just be used for formation of winding as everyone knows. At this time, winding should just be prescribed as everyone knows by the pattern (configuration) pictured with a photoresist (not shown).

[0028] Then, as shown in drawing 8 (c), resist liquid 65 is poured into the crevice 64 between winding. Resist liquid 65 is completely a wrap about the bottom half object of the winding of the lower nose-of-cam pole piece 32 or a coil 45, and the back gap 39. Therefore, resist liquid 65 spreads round the crevice 66 between the lower nose-of-cam pole piece 32 and the periphery of a coil 45, and the crevice 67 between the inner circumference of a coil 45, and the bottom half object of the back gap 39. At this time, a foam is wanted to be eliminated completely in the crevice 64 between winding, the crevice 66 between the lower nose-of-cam pole piece 32 and the periphery of a coil 45, and the crevice 67 between the inner circumference of a coil 45, and the bottom half object of the back gap 39. Then, prebake processing is performed to resist liquid 65 by UV irradiation etc. Consequently, semi-hardening of the resist liquid 65 is carried out. Resist liquid 65 is orthopedically operated by the regular pattern in this prebake processing. Masking which interrupts irradiation of ultraviolet rays should just be used for this plastic surgery.

[0029] In this way, as shown in the resist liquid 65 which carried out semi-hardening at drawing 9 (a), reactant etching processing is performed. This etching processing is represented by the plasma etching using the oxygen gas which reacts to resist liquid 65 alternatively, or chlorofluocarbon and those mixed gas. According to this etching



processing, only the resist liquid 65 which carried out semi-hardening is shaved off. Etching processing exposes the winding of a coil 45 in the interval of the resist liquid 65 which carried out semi-hardening. Simultaneously, on the front face of the bottom half object of the lower nose-of-cam pole piece 32 or the back gap 39, an insulator layer is exposed. At this time, the height of the resist liquid 65 measured, the front face 44, i.e., the datum level, of an insulating layer 43, is set up lower than the winding of a coil 45, and the front face of the bottom half object of the lower nose-of-cam pole piece 32 and the back gap 39 so that clearly from drawing 9 (a). That is, it accepts in the crevice 64 between winding, the crevice 66 between the lower nose-of-cam pole piece 32 and the periphery of a coil 45, and the crevice 67 between the inner circumference of a coil 45, and the bottom half object of the back gap 39, and a slot 68 is formed. Then, postbake processing is performed to resist liquid 65 by heating, UV irradiation, etc. Consequently, resist liquid 65 is hardened completely. In this way, the insulating resin hardening layer 46 is offered with the hardened resist liquid 65.

[0030] As shown in the formed insulating resin hardening layer 46, the front face of the winding of a coil 45, and the front face of the insulator layer on the lower nose-of-cam pole piece 32 or the back gap 39 at drawing 9 (b), it is aluminum  $2O_3$ . The insulator layer 69 of the said metallic oxide is formed. Vacuum evaporation and sputtering should just be used for this membrane formation. Then, as shown in drawing 9 (c), flattening polish processing is performed to the front face of an insulator layer 69. The insulator layer 69 is shaved off by this flattening polish processing. Flattening polish processing is continued until it exposes again the winding of a coil 45, and the front face of the bottom half object of the lower nose-of-cam pole piece 32 and the back gap 39. In this way, in respect of [ 48 ] the 1st finished flatness, the bottom half object of the winding of a coil 45, the lower nose-of-cam pole piece 32, and the back gap 39 is exposed in the interval of an insulator layer 69 47, i.e., a metallic-oxide film.

[0031] As shown in drawing 10 (a), the gap layer 34 is formed by uniform thickness by the 1st flatness side 48 which began to be deleted. The gap layer 34 covers and covers the winding of not only the lower nose-of-cam pole piece 32 but the coil 45. Then, as shown in drawing 10 (b), the up nose-of-cam pole piece 31 is formed by the front face of the gap layer 34. Simultaneously, the Johan object of the back gap 39 is accumulated on the bottom half object of the back gap 39. For example, the electrolysis galvanizing method should just be used for formation of the Johan object of these up nose-of-cam pole piece 31 or the back gap 39. The appearance of the Johan object of the up nose-of-cam pole piece 31 or the back gap 39 should just be prescribed as everyone knows by the pattern (configuration) pictured with a photoresist (not shown).

[0032] If an ion mill etc. is carried out by the mask in the up nose-of-cam pole piece 31 at this time, as shown, for example in drawing 11, the gap layer 34 modeled after the periphery of the up nose-of-cam pole piece 31 will begin to be deleted. It can be begun to delete the lower nose-of-cam pole piece 32 the minute salient 33 similarly modeled after the periphery of the up nose-of-cam pole piece 31. Here, the resist film 70 may be accumulated on the up nose-of-cam pole piece 31.

[0033] Then, the upper coil layer 40 is formed in the front face of the gap layer 34. Besides, the completely same technique as formation of the above-mentioned lower layer coil layer 41 is adopted in formation of the layer coil layer 40. Consequently, the laminating of the insulating resin hardening layer 51 and the metallic-oxide film 52 is carried out to turn in the crevice between the winding of a coil 50, the crevice between the up nose-of-cam pole piece 31 and the periphery of a coil 50, and the crevice between the inner circumference of a coil 50, and the Johan object of the back gap 39 (for example, refer to drawing 4 ). And as a result of performing flattening polish processing like the above-mentioned, in respect of [ 53 ] the 2nd finished flatness, the

Johan object of the winding of a coil 50, the up nose-of-cam pole piece 31, and the back gap 39 is exposed in the interval of the metallic-oxide film 52.

[0034] As shown in drawing 12, an insulating layer 42 is formed by uniform thickness by the 2nd flatness side 53 which began to be deleted. An insulating layer 42 covers and covers the winding of a coil 50. Then, the up magnetic pole layer 37 is formed in the front face of an insulating layer 42. The front end of the up magnetic pole layer 37 covers and covers the up nose-of-cam pole piece 31. Simultaneously, the back end of the up magnetic pole layer 37 covers and covers the Johan object of the back gap 39. For example, the electrolysis galvanizing method should just be used for formation of such an up magnetic pole layer 37. The appearance of the up magnetic pole layer 37 should just be prescribed as everyone knows by the pattern (configuration) pictured with a photoresist (not shown).

[0035] According to the above manufacture methods, the upper coil layer 40 and the up magnetic pole layer 37 can be formed on the flat side 48 and 53. Therefore, the coil 50 of the upper coil layer 40 and the up magnetic pole layer 37 can be formed with a sufficient precision by the detailed pattern. In case detailed-ization of such a pattern narrows the interval of the winding of a coil 50 or raises recording track density on a magnetic disk 13, it can greatly be useful.

[0036] And by this manufacture method, fluid high resist liquid 65 is used in forming an insulating layer in the crevice between the winding of coils 45 and 50, the crevice between the nose-of-cam pole pieces 31 and 32 and the periphery of coils 45 and 50, and the crevice between the inner circumference of coils 45 and 50, and the back gap 39. Since resist liquid 65 can get even to all the corners of each crevice, each crevice can be certainly filled by the insulating layer. Therefore, promotion of the corrosion resulting from survival of an opening, i.e., oxidization, is avoidable. when it replaces with pouring of such resist liquid 65 and an insulating layer is formed by technique, such as sputtering and vacuum evaporation, the particle of a metallic oxide is deposited on the entrance of a crevice, and a crevice is deep and it cannot arrive until

[0037] Moreover, by this manufacture method, after the laminating of the metallic-oxide film is carried out to the resist hardening layer formed in the crevice between the winding of coils 45 and 50, the crevice between the nose-of-cam pole pieces 31 and 32 and the periphery of coils 45 and 50, and the crevice between the inner circumference of coils 45 and 50, and the back gap 39, flattening polish processing is carried out. Therefore, it is avoidable that a resist hardening layer weak in comparison is <sup>\*\*</sup>(ed) by flattening polish processing as much as possible. If flattening polish processing is performed to a resist hardening layer, the front face of a resist hardening layer will be rough with work of an abrasive material on the contrary. The flat sides 48 and 53 are not securable.

[0038] In the above-mentioned flattening polish processing, the front face of a wafer should just be forced as everyone knows to the front face of the rotating surface plate for polish. According to such flattening polish processing, the front face of a wafer can be ground by work by the slurry for polish which spreads on the front face of the surface plate for polish. It is mixed in the slurry for polish, minute abrasives, i.e., particle.

[0039] At this time, it is good in the slurry for polish to mix the reaction agent discolored in response to the ion of the winding of the above-mentioned coils 45 and 50, the upper part and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32, and the back gap 39. According to the work of such a reaction agent, an operator can end flattening polish processing certainly, when the winding of coils 45 and 50, the upper part and the lower nose-of-cam pole pieces 31 and 32, and the back gap 39 are exposed. Therefore, it is avoidable that the metallic-oxide films 47 and 52 are shaved off too much. Exposure of a resist hardening layer can be certainly prevented at the time of flattening polish processing.

[0040] For example, as shown in drawing 13 , in the thin film magnetic head 29, the above-mentioned 2nd flatness side 53 does not necessarily need to be formed to the upper coil layer 40. As it is one of these, for example, is shown in drawing 14 , a coil 71 and an insulating layer 72 may newly be formed on the 2nd flatness side 53. In addition, in the thin film magnetic head 29, the up magnetic pole layer 37 may be directly formed on the gap layer 34, without forming the upper coil layer 40, as shown, for example in drawing 15 . Moreover, the upper coil layer 40 may be formed on the gap layer 34, without forming the lower layer coil layer 41, as shown, for example in drawing 16 . By any case, a flat side can be formed based on the above-mentioned manufacture method on each coil layer 40 and 41.

[0041] In addition, the above thin film magnetic heads 29 are not only applicable to the above hard disk drive (HDD) 10, but may be applied to other magnetic-disk driving gears and magnetic tape transports. Moreover, the thin film magnetic head 29 may be applied to the contact head slider it can not only be used for the above surfacing head sliders 14, but equipped with the medium opposite side which continues contacting a record medium called a magnetic disk.

[0042]

[Effect of the Invention] While wrapping the winding of a coil in an insulating layer without a crevice as mentioned above according to this invention, a flat side can be certainly formed on an insulating layer.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the plan showing the structure of hard disk drive (HDD) roughly.

[Drawing 2] It is the expansion perspective diagram showing one example of a surfacing head slider.

[Drawing 3] a part of surfacing side which shows the structure of a read-out write-in head roughly -- it is an expansion plan

[Drawing 4] It is the cross section which met four to 4 line of drawing 3 .

[Drawing 5] It is the plan showing the structure of a lower layer coil layer roughly.

[Drawing 6] It is the plan showing the structure of the upper coil layer roughly.

[Drawing 7] It is the front view and the plan showing the manufacture method of the thin film magnetic head.

[Drawing 8] It is the expanded sectional view showing the process which forms a lower layer coil layer.

[Drawing 9] It is the expanded sectional view showing the process which forms a lower layer coil layer.

[Drawing 10] It is the expanded sectional view showing the process which forms a gap layer and an up nose-of-cam pole piece on the 1st flatness side.

[Drawing 11] It is the expansion front view showing the process which forms an up nose-of-cam pole piece.

[Drawing 12] It is the expanded sectional view showing the process which forms an insulating layer on the 2nd flatness side.

[Drawing 13] It is the cross section showing roughly the structure of the thin film magnetic head which corresponds to drawing 5 and starts other operation gestalten.

[Drawing 14] It is the cross section showing roughly the structure of the thin film magnetic head which corresponds to drawing 5 and starts the operation gestalt of further others.

[Drawing 15] It is the cross section showing roughly the structure of the thin film

magnetic head which corresponds to drawing 5 and starts the operation gestalt of further others.

[Drawing 16] It is the cross section showing roughly the structure of the thin film magnetic head which corresponds to drawing 5 and starts the operation gestalt of further others.

[Description of Notations]

24 Surfacing Side as a Medium Opposite Side, 29 Thin Film Magnetic Head, 31 Up Nose-of-Cam Pole Piece, 32 A lower nose-of-cam pole piece, 39 The back gap as a magnetic piece, 44 Datum level, 45 A coil, 46 An insulating resin hardening layer, 47 The metallic-oxide film as an insulating metal layer, 48 The 1st flatness side, 49 Datum level, 50 A coil, 51 An insulating resin hardening layer, 52 The metallic-oxide film as an insulating metal layer, 53 The 2nd flatness side.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-250203  
(P2001-250203A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テーマコード(参考)

F 5 D 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-63006(P2000-63006)

(22) 出願日 平成12年3月8日(2000.3.8)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 長谷川 実

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 大塚 善徳

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105094

弁理士 山▲崎▼ 薫

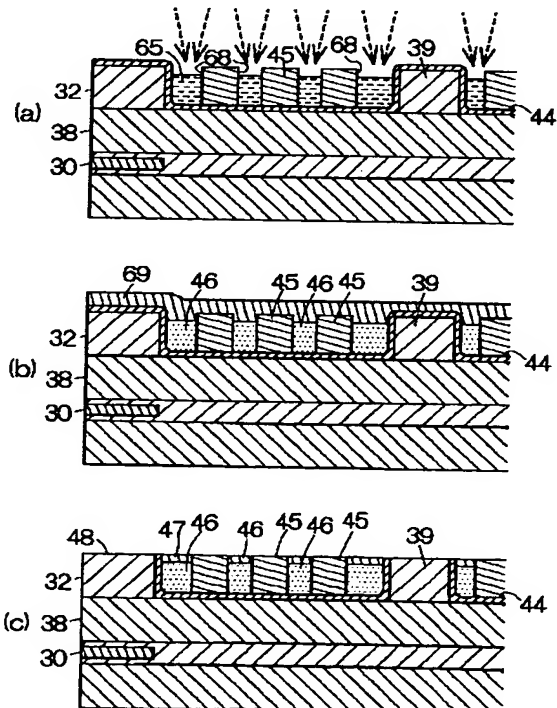
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 コイルの巻き線を絶縁層で隙間なく包み込むと同時に、絶縁層上に確実に平坦面を形成することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 磁性片39の周囲を周回するコイル45の巻き線同士の間隙にレジスト液65は注入される。レジスト液65が硬化すると、巻き線同士の間に絶縁樹脂硬化層46が固定される。絶縁樹脂硬化層46およびコイル45の巻き線は絶縁金属膜69で被覆される。その後、コイル45の巻き線が露出するまで絶縁金属膜69の表面に平坦化研磨処理が施される。流動性の高いレジスト液は巻き線同士の隙間の隅々にまで行き渡ることができることから、巻き線同士の隙間は確実に絶縁層で満たされることができる。しかも、比較的脆い絶縁樹脂硬化層46が平坦化研磨処理に曝されることは極力回避されることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性片を形成する工程と、基準面上で、磁性片の周囲を周回するコイルの巻き線を形成する工程と、少なくとも巻き線同士の隙間にレジスト液を注入する工程と、レジスト液を硬化させて、少なくとも巻き線同士の間に絶縁樹脂硬化層を形成する工程と、絶縁樹脂硬化層および巻き線を絶縁金属膜で被覆する工程と、少なくとも部分的に巻き線が露出するまで絶縁金属膜の表面に平坦化研磨処理を施す工程とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記レジスト液を注入するにあたって、前記レジスト液で前記巻き線を完全に被覆する工程と、前記レジスト液を半硬化させる工程と、巻き線同士の間で溝が形成されるまで、半硬化したレジスト液に反応性エッチング処理を施す工程とをさらに備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記平坦化研磨処理にあたって、研磨用定盤の表面に広がる研磨用スラリーには、前記巻き線に反応して変色する反応剤が混ぜ合わせられることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 磁性片と、基準面に沿って磁性片の周囲を周回するコイルと、コイルの巻き線同士の隙間を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 媒体対向面に臨む先端磁極片と、基準面に沿って周回し、外周で先端磁極片に向き合うコイルと、先端磁極片およびコイルの間に隙間を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 磁性片と、基準面に沿って磁性片の周囲を周回するコイルと、磁性片およびコイルの内周の間に隙間を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ディスク駆動装置や磁気テープ駆動装置といった磁気記録媒体駆動装置に用いられる薄膜磁気ヘッドの製造方法に関し、特に、磁性片と、この磁性片の周囲で周回するコイルとを備える薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、薄膜磁気ヘッドでは、コイルが埋め込まれる絶縁層の表面は平坦化されることが望まれる。こうして平坦化されれば、絶縁層の表面に微細なパターン（形状）で精度よく上層コイルや上部磁極層は形

成されることができる。こうしたパターンの微細化は記録トラックの狭小化などに貢献する。

【0003】 こうした平坦化を実現するにあたって、一般に、絶縁層には  $Al_2O_3$ （アルミナ）といった金属酸化物が用いられる。金属酸化物はスパッタリングや蒸着といった手法によって成膜される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 例えば磁気ディスク駆動装置の分野では、書き込み速度の一層の高速化が要求される。例えばコイルの巻き線同士の間隔が狭められれば、書き込み速度の高速化は実現されることができる。こうして巻き線同士の間隔が狭められると、スパッタリングや蒸着といった手法では巻き線同士の隙間を完全に埋めることはできない。巻き線同士の間に空隙が存在すると、腐食（酸化）に起因して巻き線の電気抵抗値は増大してしまう。その結果、例えば供給電圧の増大や発熱量の増大が引き起こされてしまう。

【0005】 本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、コイルの巻き線を絶縁層で隙間なく包み込むと同時に、絶縁層上に確実に平坦面を形成することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明によれば、磁性片を形成する工程と、基準面上で、磁性片の周囲を周回するコイルの巻き線を形成する工程と、少なくとも巻き線同士の隙間にレジスト液を注入する工程と、レジスト液を硬化させて、少なくとも巻き線同士の間に絶縁樹脂硬化層を形成する工程と、絶縁樹脂硬化層および巻き線を絶縁金属膜で被覆する工程と、少なくとも部分的に巻き線が露出するまで絶縁金属膜の表面に平坦化研磨処理を施す工程とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0007】 かかる薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、巻き線同士の隙間に絶縁層を形成するにあたって流動性の高いレジスト液が利用される。レジスト液は巻き線同士の隙間の隅々にまで行き渡ることができることから、巻き線同士の隙間は確実に絶縁層で満たされることができる。したがって、空隙の残存に起因する腐食すなわち酸化の促進は回避されることができる。レジスト液には、例えば熱や紫外線といった光線に反応して硬化する樹脂液その他の流動物が用いられればよい。

【0008】 しかも、この製造方法では、絶縁樹脂硬化層に絶縁金属膜が積層された後、平坦化研磨処理が実施される。したがって、比較的脆い絶縁樹脂硬化層が平坦化研磨処理に曝されることは極力回避されることができる。絶縁樹脂硬化層に平坦化研磨処理が施されてしまうと、絶縁樹脂硬化層の表面は研磨剤の働きで反対にざらついてしまう。こうして絶縁金属膜の表面には確実に平坦面が形成されることができる。こうして形成された平坦面では、上層のコイルや上部磁極層は微細なパター

ンで精度よく形成されることができる。こうしたパターンの微細化は、コイルの巻き線同士の間隔を狭めたり記録トラック密度を高めたりするにあたって大いに役立つことができる。絶縁金属膜の形成には例えば金属酸化物が用いられればよい。

【0009】レジスト液を注入するにあたって、薄膜磁気ヘッドの製造方法は、レジスト液で巻き線を完全に被覆する工程と、レジスト液を半硬化させる工程と、巻き線同士の間で溝が形成されるまで、半硬化したレジスト液に反応性エッチング処理を施す工程とをさらに備えることが望まれる。形成された溝に前述の絶縁金属膜が形成されれば、平坦化研磨処理中に巻き線が露出した時点で巻き線同士の間では必ず絶縁金属膜が露出する。絶縁樹脂硬化層の露出は回避されることができる。したがって、絶縁樹脂硬化層の研磨は確実に阻止されることができる。表面のざらつきは回避される。

【0010】平坦化研磨処理にあたって、研磨用定盤の表面に広がる研磨用スラリーには、巻き線に反応して変色する反応剤が混ぜ合わせられることが望ましい。一般に、平坦化研磨処理では、回転する研磨用定盤の表面に対してウェハの表面が押しつけられる。こうした平坦化研磨処理によれば、研磨用定盤の表面に広がる研磨用スラリーに働きでウェハの表面は研磨されることができる。このとき、研磨用スラリー中に反応剤が混入されていれば、研磨スラリーの変色に基づき作業者は巻き線の露出を確認することができる。作業者は、巻き線が露出した時点で確実に平坦化研磨処理を終了することができる。絶縁金属膜が過度に削り取られることは回避され、平坦化研磨処理時に絶縁樹脂硬化層の露出は確実に防止されることができる。

【0011】なお、絶縁樹脂硬化層や絶縁金属膜といった絶縁層は、前述のようなコイルの巻き線同士の隙間のほか、媒体対向面に臨む先端磁極片とコイルの外周との隙間や、コイルの内周と磁性片との隙間に形成されてもよい。

【0012】以上のような薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、例えば、磁性片と、基準面に沿って磁性片の周囲を周回するコイルと、コイルの巻き線同士の間隔を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッドが提供されることができる。その他、薄膜磁気ヘッドは、媒体対向面に臨む先端磁極片と、基準面に沿って周回し、外周で先端磁極片に向き合うコイルと、先端磁極片およびコイルの間で隙間を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることができる。また、薄膜磁気ヘッドは、磁性片と、基準面に沿って磁性片の周囲を周回するコイルと、磁性片およびコイルの内周の間で隙間を埋める絶縁樹脂硬化層と、基準面との間に絶縁樹脂硬化層を挟み込み、

表面で平坦面に臨む絶縁金属層とを備えることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0014】図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例としてハードディスク駆動装置(HDD)10を概略的に示す。このHDD10は、例えば平たい直方体の内部空間を区画する箱形のエンクロージャ11を備える。エンクロージャ11には、スピンドルモータ12に装着される磁気記録媒体としての磁気ディスク13と、磁気ディスク13に対向する浮上ヘッドスライダ14とが収容される。スピンドルモータ12は回転軸回りで磁気ディスク13を駆動する。

【0015】浮上ヘッドスライダ14は、支軸15回りで揺動することができるキャリッジアーム16の先端に固着される。磁気ディスク13に対する情報の書き込みや読み出しにあたっては、磁気回路から構成されるアクチュエータ17によってキャリッジアーム16は揺動駆動され、その結果、浮上ヘッドスライダ14は磁気ディスク13の半径方向に移動する。この移動によって浮上ヘッドスライダ14は磁気ディスク13上の所望の記録トラックに位置決めされる。エンクロージャ11の開口は、エンクロージャ11との間に密閉された収容空間を形成するカバー(図示せず)によって閉鎖される。

【0016】図2は浮上ヘッドスライダ14の一具体例を示す。この浮上ヘッドスライダ14は、 $Al_2O_3-TiC$ (アルチック)製のスライダ本体21と、このスライダ本体21の空気流出端に接合されて、ヘッド素子すなわち読み出し書き込みヘッド22を内蔵する $Al_2O_3$ (アルミナ)製のヘッド素子内蔵膜23とを備える。スライダ本体21およびヘッド素子内蔵膜23には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面24が広がる。浮上面24には、頂上面でABS(空気軸受け面)を規定する2筋のレール25が形成される。浮上ヘッドスライダ14は、磁気ディスク13の回転中に浮上面24(特にABS)に受ける空気流26を利用して磁気ディスク13の表面から浮上することができる。

【0017】図3は浮上面24の拡大図を示す。図3に示されるように、読み出し書き込みヘッド22は、浮上面24に臨む書き込みギャップ28を用いて磁気ディスク13に向けて磁界を作用させる薄膜磁気ヘッド29と、周知のように磁気抵抗効果の原理を利用して磁気ディスク13表面の磁化方向を読み取る磁気抵抗効果(MR)素子30とを備える。MR素子30には、周知のように、例えば巨大磁気抵抗効果(GMR)素子やトンネル磁気抵抗効果(TMR)素子といったものが含まれることができる。

【0018】書き込みギャップ28は、浮上面24に露



出する1対の磁性片すなわち上部先端磁極片31と下部先端磁極片32とによって区画される。下部先端磁極片32には、幅狭な上部先端磁極片31に向き合う狭小突起33が形成される。この狭小突起33と上部先端磁極片31との間には非磁性層すなわちギャップ層34が挟み込まれる。このギャップ層34によれば、上部先端磁極片31から狭小突起33に向かう磁束は浮上面24から漏れ出ることができる。こうして漏れ出る磁束によって記録磁界は形成される。これらギャップ層34や上部および下部先端磁極片31、32は絶縁層35に埋められる。

【0019】図4を併せて参照すると明らかなように、上部および下部先端磁極片31、32は、前端で浮上面24に臨み前後方向に広がる上部磁極層37と、同様に前端で浮上面24に臨み前後方向に広がる下部磁極層38との間に挟み込まれる。上部磁極層37および下部磁極層38の間には、上部および下部先端磁極片31、32の後方で上部および下部先端磁極片31、32から離隔して磁性片すなわちバックギャップ39が配置される。このバックギャップ39は、ギャップ層34を貫通して上部および下部磁極層37、38を相互に接続する。上部磁極層37の前端は上部先端磁極片31に接続される。同時に、下部磁極層38の前端は下部先端磁極片32に接続される。

【0020】上部および下部磁極層37、38の間には、ギャップ層34で相互に仕切られた上層コイル層40および下層コイル層41が形成される。上層コイル層40と上部磁極層37との間には、ほぼ均一な厚みで広がる絶縁層42が形成される。同様に、下層コイル層41と下部磁極層38との間には、ほぼ均一な厚みで広がる絶縁層43が形成される。すなわち、下部磁極層38の表面には、絶縁層43、下層コイル層41、ギャップ層34、上層コイル層40、絶縁層42および上部磁極層37が順次に積層される。

【0021】図5を併せて参照すると明らかなように、下層コイル層41は、絶縁層43の表面で規定される基準面44に沿ってバックギャップ39の周囲を周回するコイル45を備える。コイル45の巻き線は、渦を描きながらバックギャップ39から徐々に遠ざかっていく。図4から明らかなように、巻き線同士の間隙は絶縁樹脂硬化層46によって埋められる。同様に、下部先端磁極片32とコイル45の外周との間や、コイル45の内周とバックギャップ39との間には絶縁樹脂硬化層46によって埋められる。これらの絶縁樹脂硬化層46には絶縁金属層すなわち金属酸化物膜47が積層される。金属酸化物膜47は、基準面44との間で絶縁樹脂硬化層46を挟み込む。巻き線の表面および金属酸化物膜47の表面は共通の第1平坦面48に臨む。

【0022】図4および図6に示されるように、上層コイル層40は、ギャップ層34の表面で規定される基準

面49に沿ってバックギャップ39の周囲を周回するコイル50を備える。コイル50の巻き線は、前述と同様に、渦を描きながらバックギャップ39から徐々に遠ざかっていく。図4から明らかなように、巻き線同士の間隙は絶縁樹脂硬化層51によって埋められる。上部先端磁極片とコイルの外周との間や、コイルの内周とバックギャップ39との間には同様に絶縁樹脂硬化層51によって埋められる。これらの絶縁樹脂硬化層51には絶縁金属層すなわち金属酸化物膜52が積層される。金属酸化物膜52は、基準面49との間で絶縁樹脂硬化層51を挟み込む。巻き線の表面および金属酸化物膜52の表面は共通の第2平坦面53に臨む。

【0023】以上のような薄膜磁気ヘッド29では、コイル45、50に電流が供給されると、コイル45、50で磁界が発生する。磁界に基づく磁束流は、バックギャップ39を中心に、上部磁極層37、上部先端磁極片31、下部先端磁極片32、そして下部磁極層38を循環する。この磁束流によって前述の記録磁界は生成される。

【0024】次に薄膜磁気ヘッド29の製造方法を簡単に説明する。まず、既知の手法を用いて、 $Al_2O_3$ 層が成膜された $Al_2O_3-TiC$ 製ウェハの表面にMR素子30が形成される。図7(a)に示されるように、MR素子30は例えばFeNやNiFeのシールド層61の表面で $Al_2O_3$ 層62に埋め込まれる。この $Al_2O_3$ 層62の表面に下部磁極層38は積層される。下部磁極層38は例えばNiFeから構成されればよい。この下部磁極層38は、シールド層61との間にMR素子30を挟み込むシールド層として機能する。

【0025】続いて下部磁極層38の表面には、図7(b)に示されるように、下部先端磁極片32およびバックギャップ39の下半体が形成される。これら下部先端磁極片32やバックギャップ39の下半体の形成には例えば電解めっき法が用いられればよい。下部先端磁極片32やバックギャップ39の外形は、周知の通り、例えばフォトレジスト(図示せず)で描き出されるパターン(形状)によって規定されればよい。

【0026】その後、下部磁極層38の表面には、例えば図8(a)に示されるように、 $SiO_2$ や $Al_2O_3$ の絶縁層43が形成される。絶縁層43の形成には例えばスパッタリングや蒸着が用いられればよい。下部先端磁極片32およびバックギャップ39の下半体は、絶縁層43に連続する絶縁膜に覆われる。

【0027】続いて絶縁層43の表面には下層コイル層41が形成される。下層コイル層41の形成にあたって、まず、図8(b)に示されるように、絶縁層43の表面すなわち基準面44に、バックギャップ39の下半体の周囲を周回するコイル45の巻き線が形成される。巻き線の形成には周知のようにスパッタリングや電解めっき法が用いられればよい。このとき、巻き線は、周知



の通り、例えばフォトリソスト（図示せず）で描き出されるパターン（形状）によって規定されればよい。

【0028】続いて巻き線同士の隙間64には、図8（c）に示されるように、レジスト液65が注入される。レジスト液65は、下部先端磁極片32やコイル45の巻き線、バックギャップ39の下半体を完全に覆う。したがって、レジスト液65は、下部先端磁極片32とコイル45の外周との隙間66や、コイル45の内周とバックギャップ39の下半体との隙間67に行き渡る。このとき、巻き線同士の隙間64や、下部先端磁極片32とコイル45の外周との隙間66、コイル45の内周とバックギャップ39の下半体との隙間67では気泡は完全に排除されることが望まれる。その後、レジスト液65には例えば紫外線照射などによってソフトベーク処理が施される。その結果、レジスト液65は半硬化する。このソフトベーク処理にあたって、レジスト液65は規定のパターンに整形される。この整形には例えば紫外線の照射を遮るマスキングが用いられればよい。

【0029】こうして半硬化したレジスト液65には、図9（a）に示されるように、反応性エッチング処理が施される。このエッチング処理は、レジスト液65に選択的に反応する酸素ガスやフロンガス、それらの混合ガスを用いたプラズマエッチングに代表される。このエッチング処理によれば、半硬化したレジスト液65だけが削り取られていく。エッチング処理は、半硬化したレジスト液65の合間でコイル45の巻き線を露出させる。同時に、下部先端磁極片32やバックギャップ39の下半体の表面では絶縁膜が露出する。このとき、図9（a）から明らかなように、絶縁層43の表面すなわち基準面44から測定されるレジスト液65の高さは、コイル45の巻き線や下部先端磁極片32、バックギャップ39の下半体の表面よりも低く設定される。すなわち、巻き線同士の隙間64や、下部先端磁極片32とコイル45の外周との隙間66、コイル45の内周とバックギャップ39の下半体との隙間67には受け入れ溝68が形成される。その後、レジスト液65には、加熱や紫外線照射などによってハードベーク処理が施される。その結果、レジスト液65は完全に硬化する。こうして硬化したレジスト液65によって絶縁樹脂硬化層46は提供される。

【0030】形成された絶縁樹脂硬化層46やコイル45の巻き線の表面、下部先端磁極片32やバックギャップ39上の絶縁膜の表面には、図9（b）に示されるように、 $Al_2O_3$ といった金属酸化物の絶縁膜69が成膜される。この成膜には例えば蒸着やスパッタリングが用いられればよい。その後、図9（c）に示されるように、絶縁膜69の表面に平坦化研磨処理が施される。この平坦化研磨処理によって絶縁膜69は削り取られていく。平坦化研磨処理は、コイル45の巻き線や下部先端磁極片32、バックギャップ39の下半体の表面を再び

露出させるまで継続される。こうして仕上げられた第1平坦面48では、絶縁膜69すなわち金属酸化物膜47の合間でコイル45の巻き線や下部先端磁極片32、バックギャップ39の下半体が露出する。

【0031】削り出された第1平坦面48には、図10（a）に示されるように、均一な厚みでギャップ層34が成膜される。ギャップ層34は、下部先端磁極片32だけでなくコイル45の巻き線に覆い被さる。続いてギャップ層34の表面には、図10（b）に示されるように、上部先端磁極片31が形作られる。同時に、バックギャップ39の下半体にはバックギャップ39の上半体が積み重ねられる。これら上部先端磁極片31やバックギャップ39の上半体の形成には例えば電解めっき法が用いられればよい。上部先端磁極片31やバックギャップ39の上半体の外形は、周知の通り、例えばフォトリソスト（図示せず）で描き出されるパターン（形状）によって規定されればよい。

【0032】このとき、上部先端磁極片31をマスクにイオンミルなどが実施されると、例えば図11に示されるように、上部先端磁極片31の外周に象られたギャップ層34が削り出される。下部先端磁極片32には、同様に上部先端磁極片31の外周に象られた微小突起33が削り出されることができる。ここで、上部先端磁極片31には例えばレジスト膜70が積み上げられてもよい。

【0033】続いてギャップ層34の表面には上層コイル層40が形成される。この上層コイル層40の形成にあたって、前述の下層コイル層41の形成と全く同様な手法が採用される。その結果、コイル50の巻き線同士の隙間や、上部先端磁極片31とコイル50の外周との隙間、コイル50の内周とバックギャップ39の上半体との隙間には、絶縁樹脂硬化層51と金属酸化物膜52とが順番に積層される（例えば図4参照）。しかも、前述と同様に平坦化研磨処理が施される結果、仕上げられた第2平坦面53では、金属酸化物膜52の合間でコイル50の巻き線や上部先端磁極片31、バックギャップ39の上半体が露出する。

【0034】削り出された第2平坦面53には、図12に示されるように、均一な厚みで絶縁層42が成膜される。絶縁層42はコイル50の巻き線に覆い被さる。その後、絶縁層42の表面には上部磁極層37が形成される。上部磁極層37の前端は上部先端磁極片31に覆い被さる。同時に、上部磁極層37の後端はバックギャップ39の上半体に覆い被さる。こうした上部磁極層37の形成には例えば電解めっき法が用いられればよい。上部磁極層37の外形は、周知の通り、例えばフォトリソスト（図示せず）で描き出されるパターン（形状）によって規定されればよい。

【0035】以上のような製造方法によれば、平坦面48、53上で上層コイル層40や上部磁極層37は形成

されることができる。したがって、上層コイル層40のコイル50や上部磁極層37は微細なパターンで精度よく形成されることができる。こうしたパターンの微細化は、コイル50の巻き線同士の間隔を狭めたり磁気ディスク13上の記録トラック密度を高めたりするにあたって大いに役立つことができる。

【0036】しかも、この製造方法では、コイル45、50の巻き線同士の間隔や、先端磁極片31、32とコイル45、50の外周との間隔、コイル45、50の内周とバックギャップ39との間隔に絶縁層を形成するにあたって流動性の高いレジスト液65が利用される。レジスト液65は各隙間の隅々にまで行き着くことができることから、各隙間は確実に絶縁層によって満たされることができる。したがって、空隙の残存に起因する腐食すなわち酸化の促進は回避されることができる。こうしたレジスト液65の注入に代えて、スパッタリングや蒸着といった手法で絶縁層が形成される場合には、金属酸化物の微粒子は隙間の入り口に堆積してしまい、隙間の奥深くまで辿り着くことはできない。

【0037】その上、この製造方法では、コイル45、50の巻き線同士の間隔や、先端磁極片31、32とコイル45、50の外周との間隔、コイル45、50の内周とバックギャップ39との間隔に形成されたレジスト硬化層に金属酸化物膜が積層された後、平坦化研磨処理が実施される。したがって、比較的脆いレジスト硬化層が平坦化研磨処理に曝されることは極力回避されることができる。レジスト硬化層に平坦化研磨処理が施されてしまうと、レジスト硬化層の表面は研磨剤の働きで反対にざらついてしまう。平坦面48、53は確保されることができない。

【0038】前述の平坦化研磨処理では、周知の通り、回転する研磨用定盤の表面に対してウェハの表面が押しつけられればよい。こうした平坦化研磨処理によれば、研磨用定盤の表面に広がる研磨用スラリーに働きでウェハの表面は研磨されることができる。研磨用スラリーには微小な研磨材すなわち微粒子が混入される。

【0039】このとき、研磨用スラリー中には、前述のコイル45、50の巻き線や上部および下部先端磁極片31、32、バックギャップ39のイオンに反応して変色する反応剤が混ぜ合わせられるとよい。こうした反応剤の働きによれば、作業者は、コイル45、50の巻き線や上部および下部先端磁極片31、32、バックギャップ39が露出した時点で確実に平坦化研磨処理を終了することができる。したがって、金属酸化物膜47、52が過度に削り取られることは回避されることができる。平坦化研磨処理時にレジスト硬化層の露出は確実に防止されることができる。

【0040】例えば図13に示されるように、薄膜磁気ヘッド29では、上層コイル層40に対して前述の第2平坦面53は必ずしも形成される必要はない。その一方

で、例えば図14に示されるように、第2平坦面53上で新たにコイル71や絶縁層72が形成されてもよい。その他、薄膜磁気ヘッド29では、例えば図15に示されるように、上層コイル層40を形成することなく、ギャップ層34上に直接に上部磁極層37が形成されてもよい。また、例えば図16に示されるように、下層コイル層41を形成することなくギャップ層34上に上層コイル層40が形成されてもよい。いずれの場合でも、各コイル層40、41上には前述の製造方法に基づき平坦面が形成されることができる。

【0041】なお、以上のような薄膜磁気ヘッド29は、前述のようなハードディスク駆動装置(HDD)10に適用されることができるだけでなく、その他の磁気ディスク駆動装置や磁気テープ駆動装置に適用されてもよい。また、薄膜磁気ヘッド29は、前述のような浮上ヘッドスライダ14に用いられることができるだけでなく、磁気ディスクといった記録媒体に接触し続ける媒体対向面を備えるコンタクトヘッドスライダに適用されてもよい。

【0042】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、コイルの巻き線を絶縁層で隙間なく包み込むと同時に、絶縁層上に確実に平坦面を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ハードディスク駆動装置(HDD)の構造を概略的に示す平面図である。

【図2】 浮上ヘッドスライダの一具体例を示す拡大斜視図である。

【図3】 読み出し書き込みヘッドの構造を概略的に示す浮上面の一部拡大平面図である。

【図4】 図3の4-4線に沿った断面図である。

【図5】 下層コイル層の構造を概略的に示す平面図である。

【図6】 上層コイル層の構造を概略的に示す平面図である。

【図7】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す正面図および平面図である。

【図8】 下層コイル層を形成する工程を示す拡大断面図である。

【図9】 下層コイル層を形成する工程を示す拡大断面図である。

【図10】 第1平坦面上でギャップ層および上部先端磁極片を形成する工程を示す拡大断面図である。

【図11】 上部先端磁極片を形成する工程を示す拡大正面図である。

【図12】 第2平坦面上で絶縁層を形成する工程を示す拡大断面図である。

【図13】 図5に対応し、他の実施形態に係る薄膜磁気ヘッドの構造を概略的に示す断面図である。

【図14】 図5に対応し、さらに他の実施形態に係る

薄膜磁気ヘッドの構造を概略的に示す断面図である。

【図15】 図5に対応し、さらに他の実施形態に係る薄膜磁気ヘッドの構造を概略的に示す断面図である。

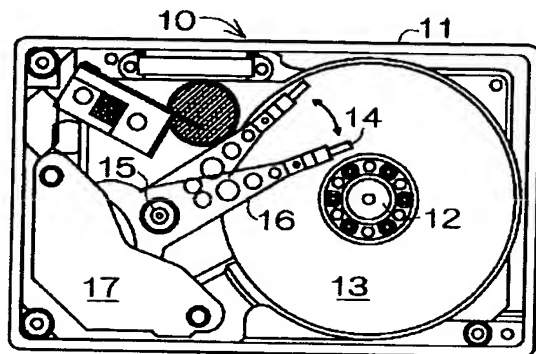
【図16】 図5に対応し、さらに他の実施形態に係る薄膜磁気ヘッドの構造を概略的に示す断面図である。

【符号の説明】

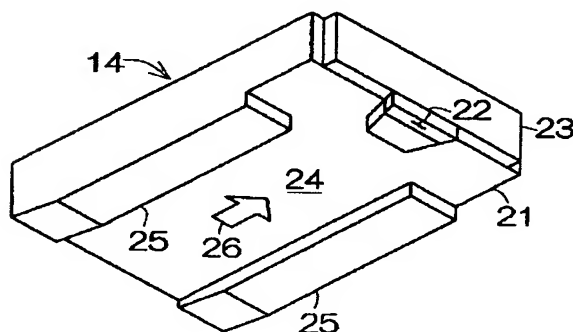
24 媒体対向面としての浮上面、29 薄膜磁気ヘッ

ド、31 上部先端磁極片、32 下部先端磁極片、39 磁性片としてのバックギャップ、44 基準面、45 コイル、46 絶縁樹脂硬化層、47 絶縁金属層としての金属酸化物膜、48 第1平坦面、49 基準面、50 コイル、51 絶縁樹脂硬化層、52 絶縁金属層としての金属酸化物膜、53 第2平坦面。

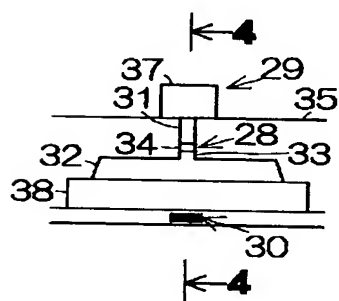
【図1】



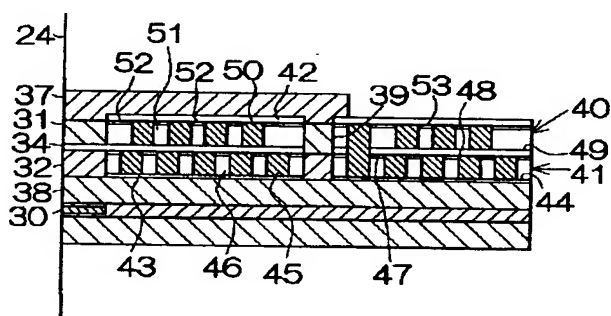
【図2】



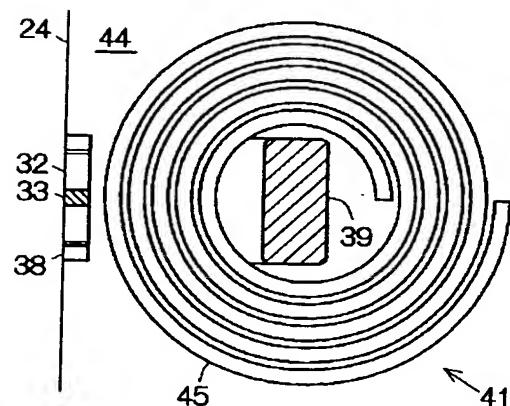
【図3】



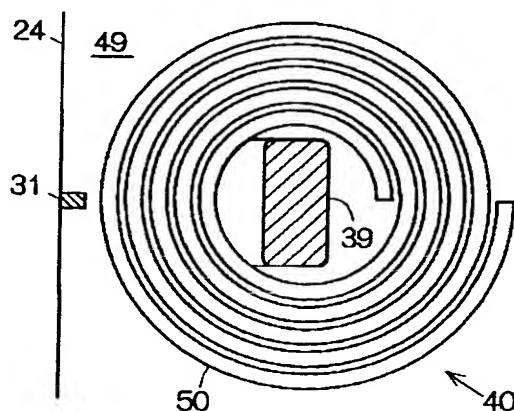
【図4】



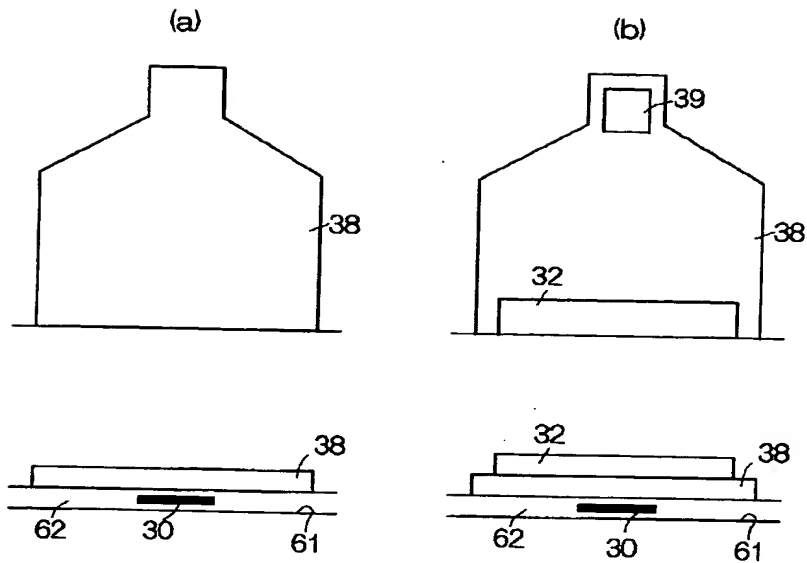
【図5】



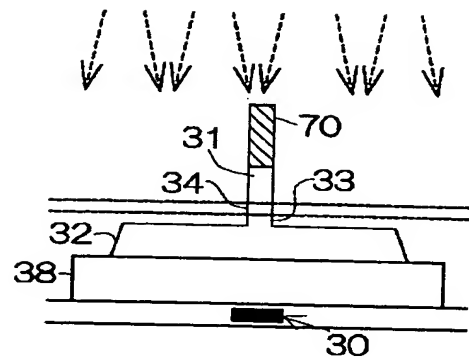
【図6】



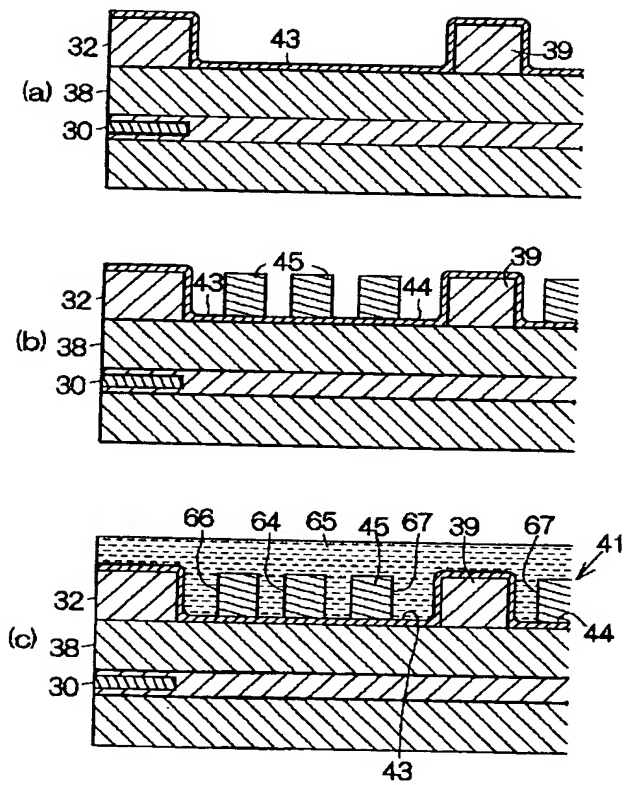
【図7】



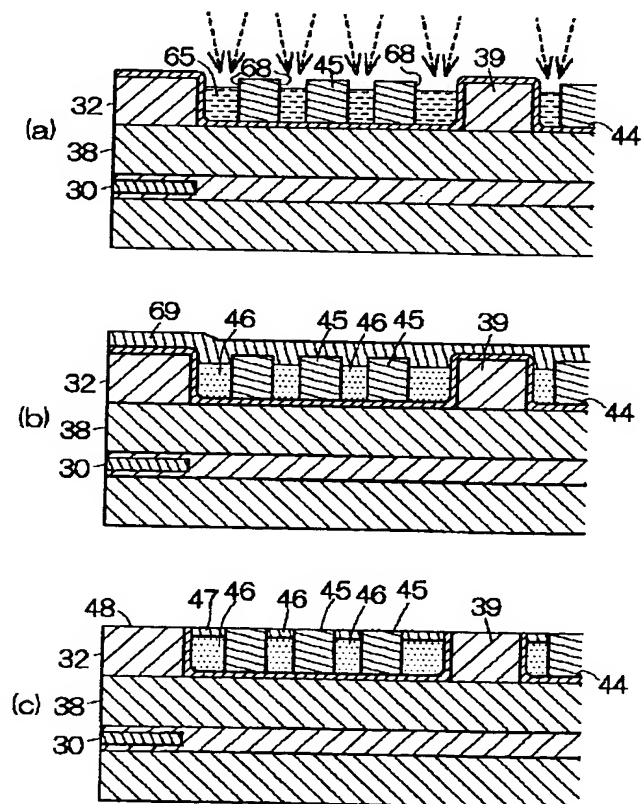
【図11】



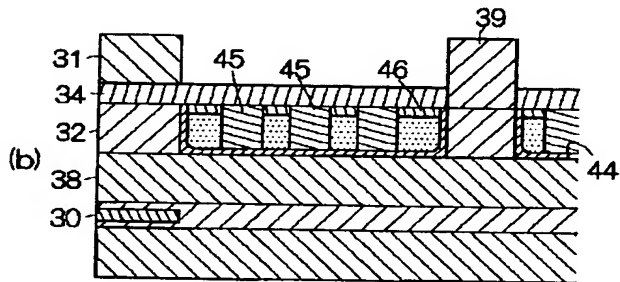
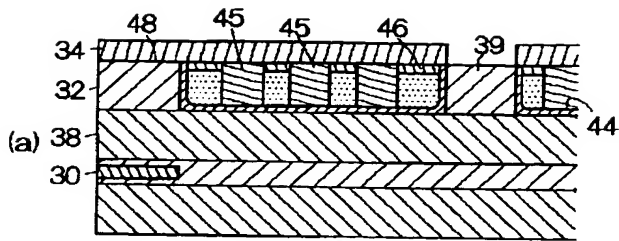
【図8】



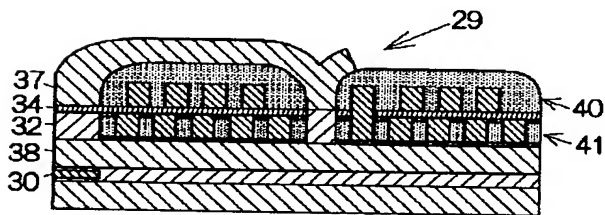
【図9】



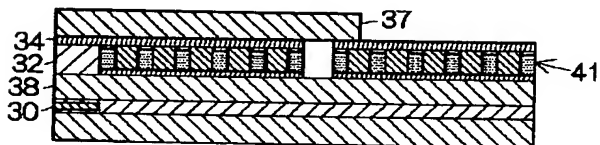
【図10】



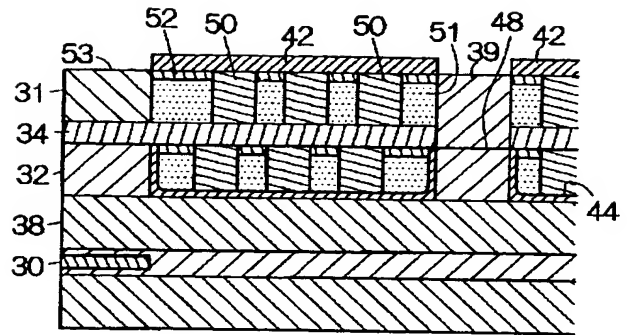
【図13】



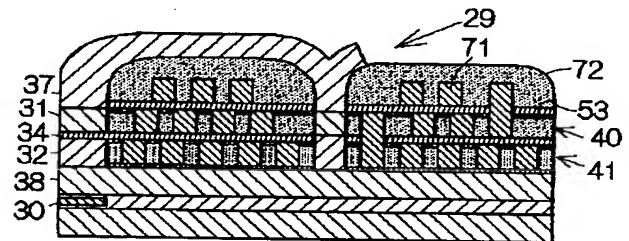
【図15】



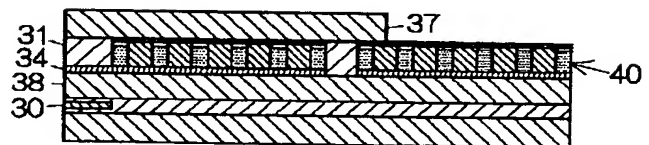
【図12】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72) 発明者 上原 裕二  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 関川 岳  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 前多 宏志  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 笈 正弘  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 田河 育也  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号 富士通株式会社内  
(72) 発明者 香澤 智子  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号 富士通株式会社内

(72) 発明者 西田 周治  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号 富士通株式会社内  
F ターム (参考) 5D033 BA41 BA42 CA05 CA06 DA01  
DA03 DA08